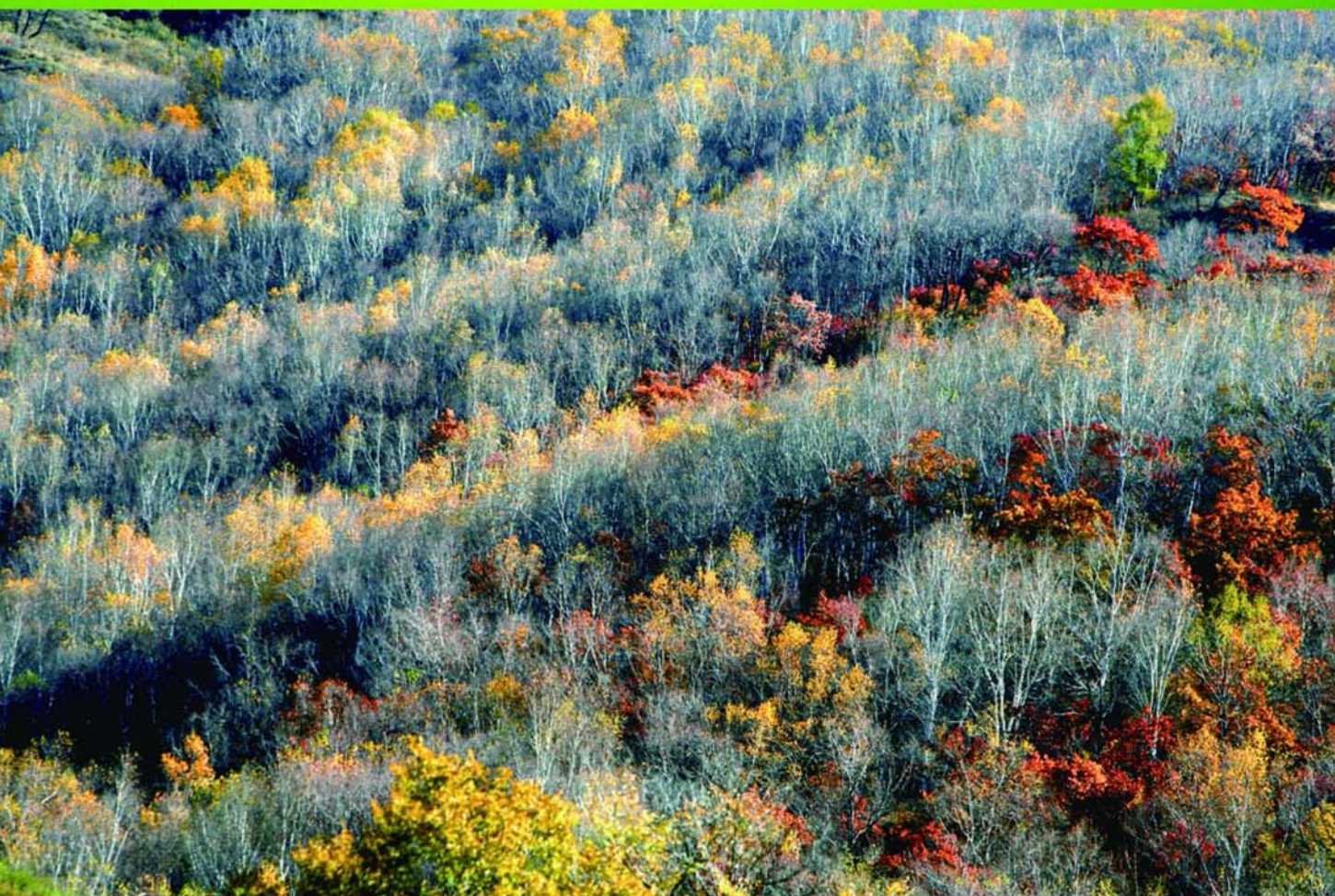


ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第16期 Vol.31 No.16 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 16 期

2011 年 8 月 (半月刊)

目次

人工和天然湿地芦苇根际土壤细菌群落结构多样性的比较·····	汪仲琼,王为东,祝贵兵,等 (4489)
不同土壤水分下山杏光合作用光响应过程及其模拟·····	郎莹,张光灿,张征坤,等 (4499)
不同颜色遮阳网遮光对丘陵茶园夏秋茶和春茶产量及主要生化成分的影响·····	秦志敏,付晓青,肖润林,等 (4509)
镉胁迫对烟草叶激素水平、光合特性、荧光特性的影响·····	吴坤,吴中红,邵付菊,等 (4517)
条浒苔和缘管浒苔对镉胁迫的生理响应比较·····	蒋和平,郑青松,朱明,等 (4525)
盐胁迫对拟南芥和盐芥莲座叶芥子油苷含量的影响·····	庞秋颖,陈思学,于涛,等 (4534)
长期双季稻绿肥轮作对水稻产量及稻田土壤有机质的影响·····	高菊生,曹卫东,李冬初,等 (4542)
基于水量平衡下灌区农田系统中氮素迁移及平衡的分析·····	杜军,杨培岭,李云开,等 (4549)
苏北海滨湿地互花米草种子特征及实生苗生长·····	徐伟伟,王国祥,刘金娥,等 (4560)
基于 AnnAGNPS 模型的三峡库区秭归县非点源污染输出评价·····	田耀武,黄志霖,肖文发 (4568)
镉污染对不同生境拟水狼蛛氧化酶和金属硫蛋白应激的影响·····	张征田,庞振凌,夏敏,等 (4579)
印度洋南赤道流区水体叶绿素 a 的分布及粒级结构·····	周亚东,王春生,王小谷,等 (4586)
长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化——以南汇东滩为例·····	张斌,袁晓,裴恩乐,等 (4599)
应用鱼类完整性指数 (FAII) 评价长江口沿岸碎波带健康状况·····	毛成贵,钟俊生,蒋日进,等 (4609)
基于渔业调查的南极半岛北部水域南极磷虾种群年龄结构分析·····	朱国平,吴强,冯春雷,等 (4620)
水稻模型 ORYZA2000 在湖南双季稻区的验证与适应性评价·····	莫志鸿,冯利平,邹海平,等 (4628)
旱地农田不同耕作系统的能量/碳平衡·····	王小彬,王燕,代快,等 (4638)
宁夏黄灌区稻田冬春休闲期硝态氮淋失量·····	王永生,杨世琦 (4653)
太湖沉积物有机碳与氮的来源·····	倪兆奎,李跃进,王圣瑞,等 (4661)
日偏食对乌鲁木齐空气可培养细菌群落的影响·····	马晶,孙建,张涛,等 (4671)
灰飞虱与褐飞虱种内和种间密度效应比较·····	吕进,曹婷婷,王丽萍,等 (4680)
圈养马来熊行为节律和时间分配的季节变化·····	兰存子,刘振生,王爱善,等 (4689)
塔里木荒漠河岸林干扰状况与林隙特征·····	韩路,王海珍,陈加利,等 (4699)
珍稀植物伯乐树一年生更新幼苗的死亡原因和保育策略·····	乔琦,秦新生,邢福武,等 (4709)
垃圾堆肥复合菌剂对干旱胁迫下草坪植物生理生态特性的影响·····	多立安,王晶晶,赵树兰 (4717)
CLM3.0-DGVM 中植物叶面积指数与气候因子的时空关系·····	邵璞,曾晓东 (4725)
基于生态效率的辽宁省循环经济分析·····	韩瑞玲,佟连军,宋亚楠 (4732)
专论与综述	
土壤食物网中的真菌/细菌比率及测定方法·····	曹志平,李德鹏,韩雪梅 (4741)
生态社区评价指标体系研究进展·····	周传斌,戴欣,王如松,等 (4749)
问题讨论	
不同胁迫条件下化感与非化感水稻 PAL 多基因家族的差异表达·····	方长甸,王清水,余彦,等 (4760)
研究简报	
钦州湾大型底栖动物生态学研究·····	王迪,陈丕茂,马媛 (4768)
人工恢复黄河三角洲湿地土壤碳氮含量变化特征·····	董凯凯,王惠,杨丽原,等 (4778)
基于地统计学丰林自然保护区森林生物量估测及空间格局分析·····	刘晓梅,布仁仓,邓华卫,等 (4783)
晋西黄土区辽东栎、山杨树干液流比较研究·····	隋旭红,张建军,文万荣 (4791)
小兴安岭典型苔草和灌木沼泽 N ₂ O 排放及影响因子·····	石兰英,牟长城,田新民,等 (4799)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-08



封面图说:在长白山麓低海拔地区的晚秋季节,成片的白桦林用无数根白色的树干、树枝烘托着林冠上跳动的金黄色叶片,共生的柞木树冠用更浓重的颜色显示了它的存在,整个山梁层林尽染,秋意浓浓。

彩图提供:陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

王迪, 陈丕茂, 马媛. 钦州湾大型底栖动物生态学研究. 生态学报, 2011, 31(16): 4768-4777.

Wang D, Chen P M, Ma Y. Ecology study on the benthic animals of QinZhou Bay. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(16): 4768-4777.

钦州湾大型底栖动物生态学研究

王 迪^{1,*}, 陈丕茂², 马 媛¹

(1. 国家海洋局南海工程勘察中心, 广州 501300; 2. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

摘要:通过 2008—2009 年在钦州湾及附近海域进行的 4 个航次的大型底栖动物调查, 共获大型底栖动物 8 门 62 科 94 种, 软体类最多, 其次为多毛类, 种类季节变化较大。以优势度指数 $Y > 0.02$ 为判别标准, 调查区春季优势种为方格皱纹蛤 (*Periglypta lacerata* (Hanley))、刺足掘沙蟹 (*Scalopidia spinosipes* Stimpson) 和独齿围沙蚕 (*Perinereis cultrifera* Grube), 夏季优势种为方格皱纹蛤、刺足掘沙蟹和持真节虫, 秋季优势种为曲波皱纹蛤和网纹藤壶, 冬季优势种为肋嵴螺和方格皱纹蛤。春、夏季优势种变化不大, 秋、冬季优势种变化较大, 除方格皱纹蛤外均为季节特有种。海区底栖生物平均总密度和平均总生物量分别为 439 个/m² 和 115.14 g/m²。与 20 世纪 80 年代钦州湾茅尾海调查结果相比, 平均栖息密度有所升高, 但是平均生物量却有较大程度的降低。底栖动物群落的丰富度指数 (D)、Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和均匀度指数 (J') 平均值分别为 4.01、1.80 和 0.73, 水平不高。用 SPSS 软件将各站大型底栖动物的平均密度、平均生物量、多样性指数等生态特征值与水深等理化因子进行了 Pearson 相关分析, 结果表明春季各特征指数与环境因子相关性不显著; 夏季丰度、多样性指数和均匀度指数均与水深呈显著负相关, 种类数、丰富度和多样性指数与沉积物 pH 值呈显著负相关; 秋季密度与硫化物呈显著正相关; 冬季生物量与硫化物和有机质均呈显著正相关。

关键词:钦州湾; 底栖动物; 生态学

Ecology study on the benthic animals of QinZhou Bay

WANG Di^{1,*}, CHEN Pimao², MA Yuan¹

1 South China Sea Marine Engineering Surveying Center, State Oceanic Administration, Guangzhou 510300, China

2 South China Sea Fisheries Institute, CAFS, Guangzhou 510300, China

Abstract: Qinzhou Bay, which is the biggest in Guangxi, is one of the most important areas for developing a marine economy as it is species-rich. In recent years, as human impact has become more serious, problems associated with the geological environment have become more complicated, increasing pressure on the local environment. Because an examination of the benthos is one way of monitoring environmental conditions, ecological surveys of the macrobenthos in Qinzhou Bay were undertaken during four cruises during 2008 and 2009. A total of 94 macrobenthic species were identified, including 36 species of mollusk, 22 species of polychaete, 21 species of crustacean, and six species of echinoderm, as well as nine other species. The greatest number of species was found in the inner bay, followed by the open bay, outside the bay, and neck bay, respectively. The Mollusca was the dominant group in the benthos, followed by the Polychaeta, although the dominant species varied with season. In spring, the macrobenthos was dominated by *Periglypta lacerata*, *Scalopidia spinosipes* and *Perinereis cultrifera*. By contrast, *P. lacerata*, *S. spinosipes* and *Euclymene annandalei* were the most abundant species in summer, *Periglypta chemnitzii* and *Balanus reticulatus* in autumn, and *Umbonium costatum* and *P. lacerata* in winter. The dominant species, therefore, were similar in spring and summer, but changed in autumn and winter. *Periglypta lacerata* was the only dominant species throughout most of the year. The average total density and average total biomass of macrobenthos were 439 ind./m² and 115.14 g/m², respectively. Compared with data from the last 20 years, the average abundance of individuals has increased, while biomass has decreased. The average abundances and

收稿日期: 2010-09-08; 修订日期: 2011-04-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: afdcha@163.com

biomasses were greatest in winter, followed by autumn, and least in spring and summer. An examination of the horizontal distribution of species revealed that the average abundances and biomasses varied with no obvious trends. The average abundances and biomasses were different in different areas, being highest in the open bay, followed by the outer bay, entrance to the bay and finally inner bay. The species richness index is 4.01 (D), the diversity index 1.80 (H') and the evenness index 0.73 (J'), which are low. The average species richness index has the same trend in different areas: greatest in the inner bay, least at the entrance to the bay, and similar in the open bay and outer bay. The richness, diversity and evenness indices are significantly negatively correlated with water depth. The species richness and evenness indices are significantly negatively correlated with sediment pH in summer, whereas density is positively correlated with sulfide in autumn, and biomass is positively correlated with sulfide and organics in winter. An abundance/biomass comparison curve method was used to determine the levels of disturbance of the macrobenthic communities. In spring, the macrobenthic community was only slightly disturbed, whereas in the other three seasons the macrobenthic communities were moderately disturbed. However, disturbance was greater in autumn and winter when compared with that in summer.

Key Words: QinZhou Bay; macrobenthic fauna; ecology

钦州湾是广西沿岸重要的海湾之一,水域面积约 400km²,湾内岸线曲折,岛屿棋布,底栖生境十分多样化。钦州湾呈哑铃状,可分为内湾、湾颈和外湾三部分,顶端有茅岭江和钦江注入,两江携带来的泥沙在河口区不断沉积,在内湾即茅尾海内形成大片沙质和泥质浅滩,目前多发展滩涂养殖业;自龙门港以南的外湾则形成了潮流深槽与潮流沙脊相间的辐射状三角洲。目前对此水域的生态研究甚少,对底栖生物的研究目前仅限于对茅尾海潮间带生物的研究^[1-2],而对整个钦州湾大型底栖动物的研究至今仍是空白。近年来随着两岸的工业开发,海域的生态环境遭到了一定的破坏,而底栖生物作为重要的环境指示生物,在海洋生态系统的能量流动和物质循环中起着很重要的作用^[3],本文根据 2008—2009 年的在钦州湾进行的调查结果进行分析,并结合 20 世纪 80 年代初的历史调查资料,对该水域的大型底栖动物群落结构和生物多样性进行了研究,为掌握此海域的生态概况提供基础资料,也为进一步在钦州湾开展增殖和有效的渔业管理提供科学依据。

1 实验方法

2008 年 11 月、2009 年 2 月、2009 年 4 月和 2009 年 8 月在钦州湾及附近海域分别进行了 4 个航次的大型底栖动物调查,布设调查站位 12 个,受其水下地貌限制,内湾即茅尾海和湾颈布设两个站位,分别为 S9 和 S7 站,外湾布设站位 5 个分别为 S2、S5、S11、S14、S18,湾外布设站位 5 个分别为 S16、S20、S21、S24 和 S25,见图 1。用“大洋 50 型”采泥器(开口面积为 0.05 m²)采样,每站采 2 次,泥样经孔径为 1mm 套筛现场冲洗,所采样品用 5% 的福尔马林溶液固定,带回实验室进行分类鉴定、计数并称重(湿重)。其中 S18 站在秋季没有采到样品。

本研究采用了以下公式对调查海域底栖动物群落的有关参数进行了统计分析:

$$\text{Jaccard 种类相似性系数} \quad J_s = \frac{c}{a + b - c} \times 100\%$$

式中, a 为样品 A 的生物种类数(或属数); b 为样品 B 的生物种类数(或属数); c 为样品 A 和 B 的共有种数(或属数)。

$$\text{Margalef 丰富度指数} \quad D = (S - 1) / \log N$$

$$\text{Shannon-Weaner 多样性指数} \quad H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

$$\text{Pielou 均匀度指数} \quad J = H' / \log_2 S$$

式中, S 为样品中的种类总数, N 为总个体数, P_i 为第 i 种的个体数与总个体数的比值。

$$\text{优势度指数} \quad Y = \frac{n_i f_i}{N}$$

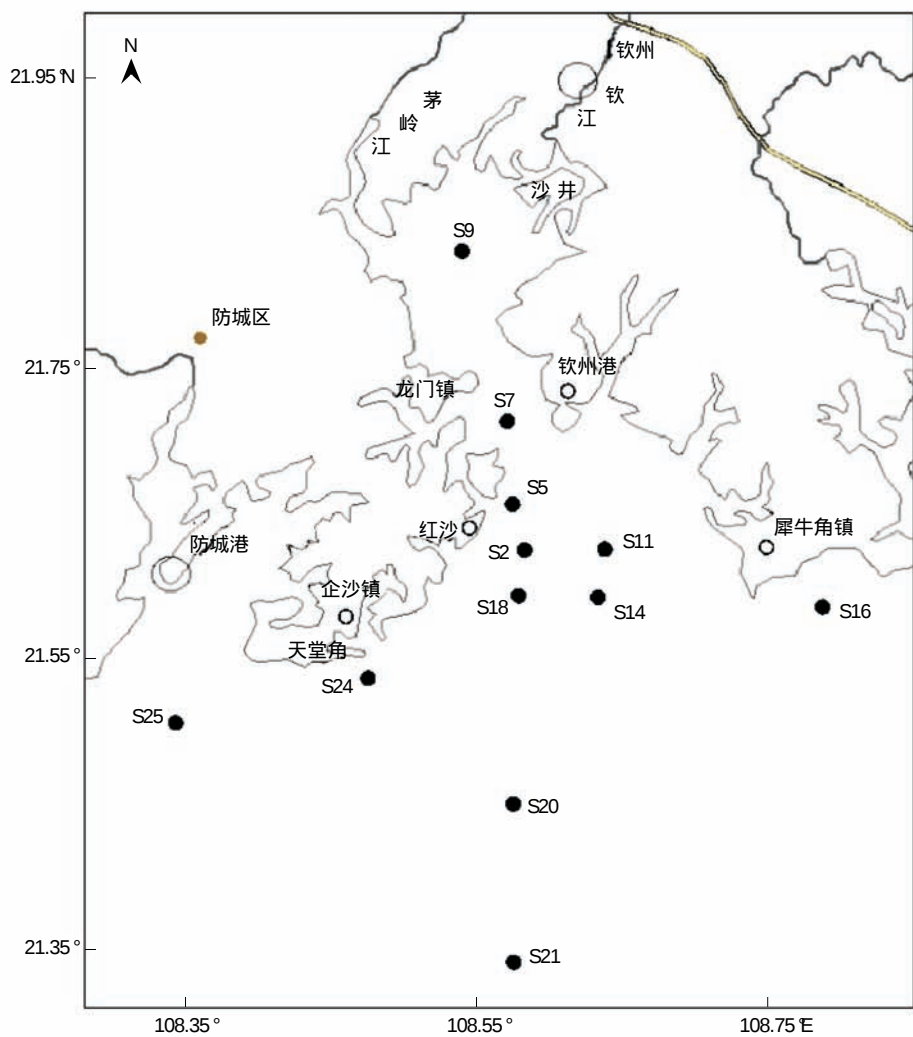


图1 钦州湾大型底栖动物采样站位示意图

Fig.1 Sketch map of sampling sites for collection of zoobenthos in the Qinzhou Bay

式中, n_i 为第*i*种的个体数; f_i 是该种在各站中出现的频率; N 为所有站每个种出现的总个体数。

2 结果

2.1 底栖动物的种类组成及分布

4个航次调查所获样品经鉴定共8门62科94种,其中软体类36种(占38.29%),多毛类22种(占23.40%),甲壳类21种(占22.34%),棘皮动物6种(占6.38%),其他动物(包括脊索动物、腔肠动物、蠕虫动物和星虫动物)共9种(占9.57%);各季定量采集样品多以软体类占优势(表1)。

表1 各季底栖生物的种类组成

Table 1 Composition of species of benthic in different seasons

项目 Item	春季 Spring(2009-04)	夏季 Summer(2009-08)	秋季 Autumn(2008-11)	冬季 Winter(2009-02)
软体动物 Mollusca	12	10	5	22
多毛类 Polychaete	14	8	5	13
甲壳类 Crustacean	5	6	5	12
棘皮动物 Echinoderm	2	—	—	5
其它类群 Other group	3	5	2	3
总种类数 Total species	36	29	17	55
特有种 Endemic species	17	8	9	33

“—”表示无数据

在季节变化上,冬季出现种类最多,达 55 种,但是各种类出现频率都较少,在空间分布上也较分散。其次为春季和夏季,秋季出现种类数最少。四季共有种只有杓形小囊蛤 *Saccella cuspidata* (Gould),但在各季的出现频率都较低。此外,在春、夏、冬 3 个季节同时出现的种类有 7 种,在各季出现频率较高的有方格皱纹蛤 *Periglypta lacerata* (Hanley)、刺足掘沙蟹 *Scalopidia spinosipes* Stimpson 和双齿围沙蚕 *Perinereis aibuhitensis* Grube 3 种。各季之间种类相似度不高(图 2),最高为春夏季(62.30),其次为春冬(28.57)和夏冬(30.00),最低为夏秋之间,仅为 4.76,共有种仅 1 种;各季特有种最多为冬季,有 34 种。

各站种类出现较多的站位为内湾茅尾海内的 S9 站和外湾湾口的 S14 和 S18 站,湾颈的 S7 站平均种类数最少。各区域种类数排列分别为内湾(9 种)>外湾(7 种)>湾外(6 种)>湾颈(4 种)。

2.2 优势种及常见种

根据采泥获得的各种类的密度及出现频率的大小,以优势度指数 $Y > 0.02$ 为判别标准,本区各季优势种比较明显,春季优势种为方格皱纹蛤、刺足掘沙蟹和独齿围沙蚕 *Perinereis cultrifera* Grube,前者在调查区域出现较均匀,但个体数和生物量主要集中在湾口的 S14 和 S18 站,湾外极少出现。后两者在湾口和湾外都出现,

且分布比较均匀。夏季优势种为方格皱纹蛤、刺足掘沙蟹和持贞节虫 *Euclymene annandalei* Southern,在调查区域内出现和分布都比较均匀。秋季出现种类最少,优势种也比较明显,为曲波皱纹蛤 *Periglypta chemnitzii* (Hanley) 和网纹藤壶 *Balanus reticulatus* Utinomi,除 S18 站没有采到样之外,曲波皱纹蛤在其余 11 站都出现;而网纹藤壶主要在钦州湾内的 5 个站出现,湾外则没有出现。冬季优势种为肋鲷螺 *Umbonium costatum* (Kiener) 和方格皱纹蛤,前者主要集中在外湾的 S2 和 S5 站,后者在湾颈和湾外 4 个站出现,但是个体数和生物量主要集中在 S7 站和 S21 站。

春、夏季优势种变化不大,秋、冬季则变化较大。各优势种中,夏季的持贞节虫、秋季的曲波皱纹蛤和网纹藤壶以及冬季的肋鲷螺均为该季节特有种。方格皱纹蛤在春季、夏季和冬季均以绝对优势均成为优势种,刺足掘沙蟹在春季和夏季均成为优势种。

此外,本文把优势种之外在各季节中出现频率大于 30% 的种类以及其他在 3 个季节都出现的种类归于常见种(表 2),春季常见种有豆形短眼蟹 *Xenophthalmus pinnotheroides* White、光滑倍棘蛇尾 *Amphioplus laevis* (Lyman)、火腿樱蛤 *Tellina perna* Spengler、双齿围沙蚕 *Perinereis aibuhitensis* (Grube)、杂色伪沙蚕 *Pseudonereis variegata* (Grube)、中国小铃螺 *Minolia chinensis* Sowerby;夏季有西格织纹螺 *Nassarius siquijorensis* (A. Adams)、美叶雪蛤 *Chione* (*Clausinella*) *calophylla* (Philippi)、欧文虫 *Owenia fusiformis* Delle Chiaje 和棒锥螺 *Turritella bacillum* Kiener;秋季有联珠蚶 *Mabellarca consociata* (Smith)、杓形小囊蛤和宇纹弓蟹 *Varuna litterata* (Fabricius);冬季有刺足掘沙蟹、环肋胡桃蛤 *Nucula* (*Smonucula*) *cyrenoides* Kuroda、双齿围沙蚕和中国毛虾 *Acetes chinensis* Hansen。各季常见种变化较大。其他在 3 个季节都出现的种类有白合甲虫 *Ancistrosyllis bassi*、背蚓虫 *Notomastus latericeus* Sars、波纹巴非蛤 *Paphia* (*Paratapes*) *undulata* (Born)、黑斑蠕鳞虫 *Acoetes melanonota* (Grube)、宽叶沙蚕 *Nereis grubei* (Kinberg)、梳鳃虫 *Terebellides stroemii* Sars 和异足索沙蚕 *Lumbrineris heteropoda* (Marenzeller),多为多毛类,在各季出现频次都较少。

2.3 密度和数量组成及分布

4 个季节采泥调查,本区底栖生物平均总密度和平均总生物量分别为 439 个/m²和 115.14 g/m²(表 3)。

比较各个季节的平均栖息密度和平均生物量,均为冬季最高(图 3a),秋季其次,春季和夏季较低。冬季平均栖息密度和夏季相差 7.6 倍左右,生物量却只差 3.1 倍左右,主要因为在冬季数量急剧增多的是形体较

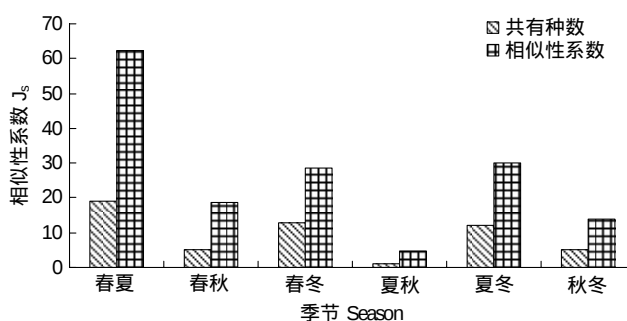


图 2 各季节之间种类相似性系数

Fig. 2 Similarity coefficient of species in different seasons

小、重量较轻的肋嵴螺。各站位中,栖息密度最高为冬季调查的 S5 (4300 个/m²),生物量最高为冬季调查的 S11 站 (699 g/m²),S5 和 S11 也分别是年平均密度和年平均生物量最高的站位。

表 2 优势种及常见种的个体数和出现频次

Table 2 Individual abundance and occurrence frequency of occurrence of dominant species and common species

种名 Name of species	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		冬季 Winter	
	个体数 ^①	出现 频次 ^②	个体数	出现 频次	个体数	出现 频次	个体数	出现 频次
软体动物 Mollusca								
曲波皱纹蛤 <i>Periglypta chemnitzii</i>	—	—	—	—	540	11	—	—
联珠蚌 <i>Mabellarca consociata</i>	—	—	—	—	17	5	—	—
方格皱纹蛤 <i>Periglypta lacerata</i>	90	6	52	9	—	—	174	4
杓形小囊蛤 <i>Saccula cuspidata</i>	1	1	2	2	5	4	1	1
波纹巴非蛤 <i>Paphia undulata</i>	3	3	2	2	—	—	1	1
西格织纹螺 <i>Nassarius siquinjorensis</i>	3	2	6	5	—	—	—	—
中国小铃螺 <i>Minolia chinensis</i> Sowerby	9	4	7	2	—	—	—	—
火腿樱蛤 <i>Tellina perna</i> Spengler	5	4	—	—	—	—	—	—
美叶雪蛤 <i>Chione calophylla</i>	—	—	5	4	—	—	—	—
棒锥螺 <i>Turritella bacillum</i> Kiener	—	—	6	4	—	—	—	—
肋嵴螺 <i>Umbonium costatum</i>	—	—	—	—	—	—	641	3
环肋胡桃蛤 <i>Nucula cyrenoides</i>	—	—	—	—	—	—	6	4
多毛类 Polychaete								
独齿围沙蚕 <i>Perinereis cultrifera</i>	15	5	—	—	—	—	—	—
杂色围沙蚕 <i>Pseudonereis variegata</i>	9	4	—	—	3	1	—	—
背蚓虫 <i>Notomastus latericeus</i> Sars	4	1	—	—	21	1	4	2
异足索沙蚕 <i>Lumbrineris heteropoda</i>	3	3	—	—	1	1	12	1
双齿围沙蚕 <i>Perinereis aibuhitensis</i>	7	4	3	2	—	—	10	4
黑斑蠕磷虫 <i>Acoetes melanonota</i>	4	2	1	1	—	—	8	3
白合甲虫 <i>Ancistrosyllis bassi</i>	2	2	3	2	—	—	1	1
梳鳃虫 <i>Terebellides stroemii</i> Sars	4	2	1	1	—	—	7	2
宽叶沙蚕 <i>Nereis grubei</i>	—	—	2	2	—	—	20	1
持真节虫	—	—	9	6	—	—	—	—
欧文虫 <i>Owenia fusiformis</i>	—	—	7	4	—	—	—	—
甲壳类 Crustacean								
刺足掘沙蟹 <i>Scalopidia spinosipes</i> Stimpson	12	7	10	5	—	—	12	5
豆形短眼蟹 <i>Xenophthalmus pinnotheroides</i> White	5	4	—	—	—	—	1	1
网纹藤壶 <i>Balanus reticulatus</i> Utinomi	—	—	—	—	85	5	—	—
宇纹弓蟹 <i>Varuna litterata</i>	—	—	—	—	5	4	—	—
棘皮动物 Echinoderm								
光滑倍棘蛇尾 <i>Amphiplus laevis</i>	9	4	—	—	—	—	1	1
其他类群 Other group								
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i> Hansen	—	—	2	1	—	—	5	4

①Individual abundance; ②Occurrence frequency

无论栖息密度还是生物量,所占比例最大的都是软体类,占总平均栖息密度的 78.06%,占总生物量的 74.85% (图 3b)。

从平面分布上来看,各站位底栖生物的栖息密度和生物量季节变化较大,没有特别的规律。4 个区域的栖息密度和生物量大小依次为外湾>湾外>湾颈>内湾 (图 3c)。

表 3 各季底栖动物密度和生物量组成
Table 3 Composition of density and biomass in different season

站 位 Station	春 Spring		夏 Summer		秋 Autumn		冬 Winter		全年 All year	
	密度 ^① /(个/m ²)	生物量 ^② /(g/m ²)	密度 /(个/m ²)	生物量 /(g/m ²)	密度 /(个/m ²)	生物量 /(g/m ²)	密度 /(个/m ²)	生物量 /(g/m ²)	密度 /(个/m ²)	生物量 /(g/m ²)
S2	40	1.7	130	93.4	360	123.3	2320	237	713	113.85
S5	90	5.2	150	78.8	1140	398.2	4300	368.1	1420	212.58
S7	40	1.6	100	20.2	220	41.3	1170	334.7	383	99.45
S9	210	22.7	110	61.7	300	156.2	230	10.4	213	62.75
S11	170	15.7	60	43	1960	358	240	699	608	278.93
S14	480	320.4	90	134.1	320	102.3	70	15.1	240	142.98
S16	110	16.3	80	87.3	2020	370.5	200	12.2	603	121.58
S18	630	198.4	200	73.7	—	—	150	15.7	245	71.95
S20	80	126.3	80	31.6	330	47.5	100	39.4	148	61.2
S21	110	55.4	240	79.6	70	6.3	1000	260.2	355	100.38
S24	180	23.6	80	28.6	310	24.1	280	146.7	213	55.75
S25	130	15.8	30	9.9	100	38.9	240	176.7	125	60.33
合计 Total	189	66.93	113	61.83	594	138.88	858	192.93	439	115.14

“—”表示无数据①Density; ②Biomass

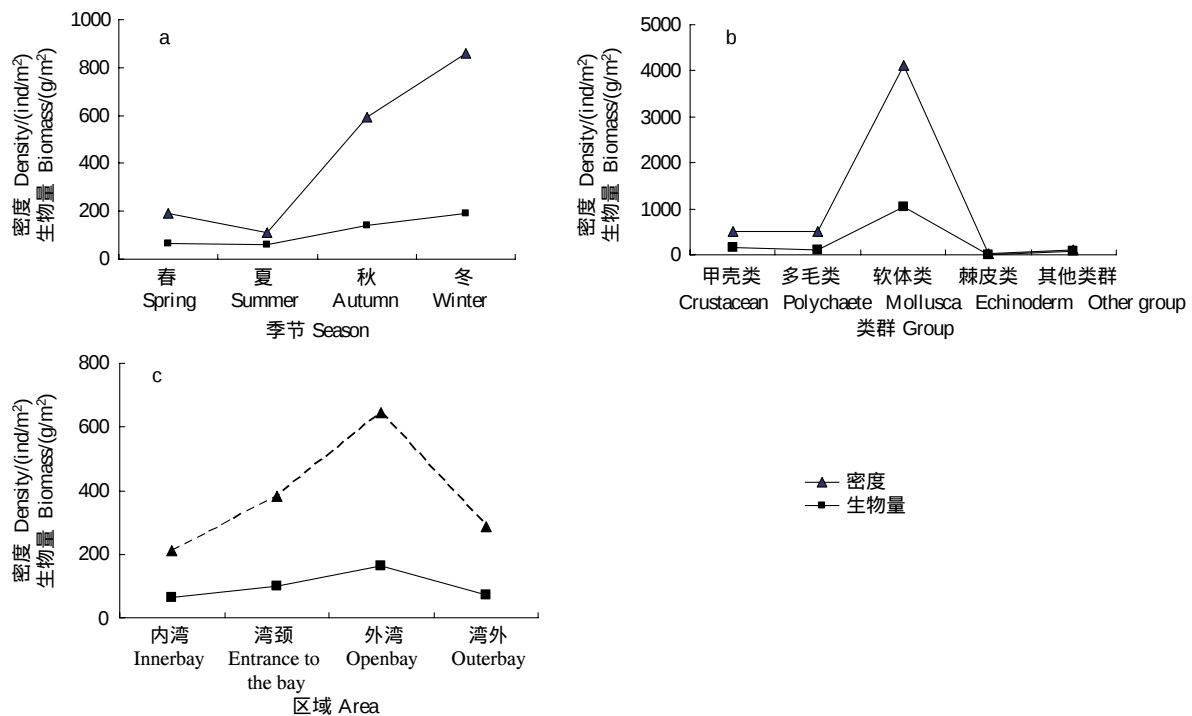


图 3 大型底栖动物栖息密度和生物量变化

Fig.3 Variation of density and biomass in different season

2.4 物种多样性指数的变化

底栖生物群落的丰富度指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')和均匀度指数(J')的平均值分别为 4.01、1.80 和 0.73(表 4),各指数平均数在秋季均呈现最低值,依次为 1.81、1.08 和 0.53,其他各季的丰富度指数大体都处于相当的水平,Shannon-Wiener 指数和均匀度最高为夏季,其次为春季和冬季。

从平面分布上来看,丰富度和多样性指数的变化规律相似,秋季 16 站丰富度和均匀度都为零,因为此站秋季只出现了方格皱纹蛤一种生物。

各区域物种多样性指数平均值变化趋势一致(图2):最高都为内湾,湾颈处最低,湾外稍高于外湾,但是变化不大。

2.5 底栖动物群落特征与环境因子的相关性

用 SPSS 软件将各站大型底栖动物的各特征指数与部分环境因子进行了 Pearson 相关分析(表5)。春季各特征指数与环境因子相关性不显著;夏季丰度、多样性指数和均匀度指数均与水深呈显著负相关,种类数、丰富度和多样性指数与沉积物 pH 值呈显著负相关;秋季密度与硫化物呈显著正相关;冬季生物量与硫化物和有机质均呈显著正相关。

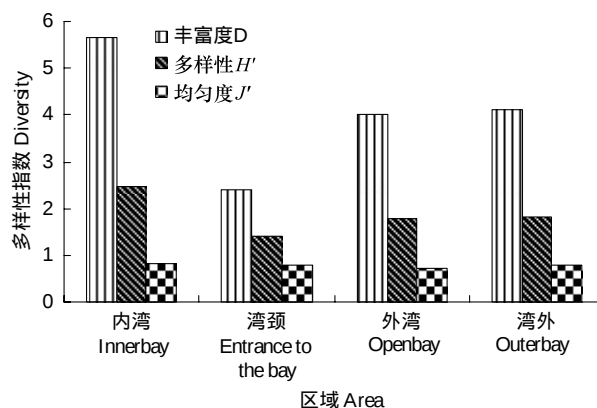


图4 各区域多样性指数变化

Fig. 4 Change of diversity indices in different region

表4 各季大型底栖动物的多样性

Table 4 Diversity indices of macrobenthos in different season

站位 Station	种数 S No. of species S				丰富度 D Richness D			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
S9	11	7	5	10	7.56	5.76	2.71	6.61
S7	2	5	3	6	1.66	4.00	1.49	2.42
S5	4	9	4	4	3.14	6.80	1.46	1.14
S2	2	6	5	4	1.66	4.49	2.57	1.27
S11	8	6	4	6	5.69	6.42	1.31	3.62
S18	12	7	—	8	6.11	4.61	—	5.95
S14	18	4	5	6	10.11	3.14	2.66	5.92
S16	5	6	1	6	3.84	5.54	0.00	3.84
S24	8	7	5	5	5.58	6.64	2.68	2.76
S25	5	3	3	13	3.59	4.19	2.00	8.69
S20	5	5	3	9	4.43	4.43	1.32	8.00
S21	5	2	4	14	3.84	0.73	3.55	6.50
均值	8	6	4	8	4.77	4.73	1.81	4.73

站位 Station	Shannon-Wiener 指数 H' Shannon-Wiener index H'				均匀度 J' Evenness J'			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
S9	3.31	2.73	1.41	2.48	0.96	0.97	0.61	0.75
S7	1.00	2.77	0.94	0.87	1.00	0.41	0.59	0.34
S5	1.97	3.01	1.11	0.23	0.99	0.95	0.56	0.12
S2	0.81	2.45	1.97	0.26	0.81	0.95	0.85	0.13
S11	2.65	2.58	0.43	2.11	0.88	1.00	0.21	0.82
S18	1.42	2.50	—	2.84	0.40	0.89	—	0.95
S14	2.39	1.66	1.64	2.52	0.57	0.83	0.71	0.98
S16	2.12	2.50	0.00	1.92	0.91	0.97	—	0.74
S24	2.59	2.75	1.48	1.36	0.86	0.98	0.64	0.59
S25	1.82	1.58	1.16	3.37	0.79	1.00	0.73	0.91
S20	2.00	2.16	0.93	3.12	0.86	0.93	0.59	0.98
S21	1.94	0.25	1.84	1.60	0.83	0.25	0.92	0.42
均值	2.00	2.25	1.08	1.89	0.82	0.91	0.53	0.64

“—”表示无数据

表 5 大型底栖动物多样性指数与环境因子的相关性系数 (Pearson 相关)
Table 5 Pearson correlation between diversity indices of macrobenthos and environmental factors

季节 Season	项目 Item	密度 Density	生物量 Biomass	种数 S No. of species S	丰富度 D Richness D	Shannon-Wiener 指数 H' Shannon-Wiener index H'	均匀度 J' Evenness J'
春 Spring	深度 Water depth	-0.227	-0.037	-0.257	-0.260	-0.293	-0.114
	盐度 Salinity	0.135	0.276	0.015	-0.026	-0.200	-0.574
	底层水溶解氧 Oxygen	0.066	0.037	0.031	0.035	-0.008	-0.538
	沉积物 pH	0.523	0.608	0.478	0.467	0.275	-0.594
	硫化物 Sulfide	0.123	-0.052	0.166	0.215	0.348	-0.023
	有机质 Organic	-0.173	-0.208	-0.132	-0.118	-0.057	0.356
	砂 Sand	0.431	0.383	0.396	0.395	0.358	-0.397
	粉砂 Silt	-0.293	-0.313	-0.239	-0.213	-0.080	0.463
	粘土 Clay	-0.303	-0.295	-0.268	-0.257	-0.171	0.451
	平均粒径 Mean grain	-0.071	-0.122	-0.013	0.025	0.183	0.452
	中值粒径 Medium diameter	-0.072	-0.126	-0.031	-0.004	0.134	0.446
夏 Summer	深度	0.632	0.004	-0.618	-0.717 *	-0.704 *	-0.761 *
	盐度	0.020	0.138	-0.407	-0.307	-0.427	-0.117
	底层水溶解氧	-0.072	-0.132	0.449	0.387	0.428	0.287
	沉积物 pH	0.321	0.447	-0.684 *	-0.714 *	-0.825 **	-0.391
	硫化物	-0.378	-0.167	0.090	0.376	0.160	0.302
	有机质	-0.162	-0.423	0.080	0.171	0.319	-0.266
	砂	0.007	0.391	-0.044	-0.051	-0.288	0.338
	粉砂	-0.054	-0.492	-0.007	0.061	0.229	-0.410
	粘土	-0.075	-0.517	-0.007	0.051	0.253	-0.430
	平均粒径	-0.014	-0.350	0.026	0.061	0.188	-0.441
	中值粒径	-0.170	-0.384	0.094	0.180	0.303	-0.320
秋 Autumn	深度	-0.170	-0.387	0.043	0.424	0.277	0.329
	盐度	0.156	-0.038	-0.357	-0.119	-0.086	0.026
	底层水溶解氧	0.464	0.534	-0.573	-0.602	-0.378	-0.426
	沉积物 pH	-0.184	-0.327	-0.107	0.337	0.174	0.162
	硫化物	0.842 **	0.536	-0.028	-0.440	-0.676	-0.798
	有机质	0.271	0.093	-0.033	-0.235	-0.366	-0.323
	砂	-0.113	0.068	-0.007	0.120	0.160	0.134
	粉砂	0.209	0.003	-0.150	-0.216	-0.375	-0.305
	粘土	0.142	-0.044	-0.134	-0.209	-0.334	-0.244
	平均粒径	0.289	0.117	-0.278	-0.299	-0.509	-0.444
	中值粒径	0.380	0.208	-0.356	-0.448	-0.618	-0.543
冬 Winter	深度	-0.058	0.384	0.382	0.041	-0.175	-0.234
	盐度	0.112	0.282	-0.048	-0.097	-0.081	-0.037
	底层水溶解氧	-0.083	-0.350	0.091	0.153	0.139	0.064
	沉积物 pH	-0.463	-0.472	0.557	0.623	0.477	0.458
	硫化物	-0.316	0.755 *	-0.187	-0.082	0.211	0.375
	有机质	-0.159	0.696 *	-0.265	-0.338	-0.164	-0.032
	砂	0.040	-0.610	0.286	0.472	0.386	0.305
	粉砂	-0.202	0.608	-0.116	-0.266	-0.155	-0.071
	粘土	-0.140	0.615	-0.153	-0.302	-0.199	-0.119
	平均粒径	-0.267	0.402	-0.052	-0.130	-0.014	0.097
	中值粒径	-0.245	0.434	-0.169	-0.194	-0.014	0.125

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

2.6 丰度生物量比较曲线 (ABC 曲线)

利用 PRIMER 软件对大型底栖生物群落结构和群落受干扰程度进行分析 (图 5), 春季 ABC 曲线中除起点处有交叉外, 生物量曲线基本位于丰度曲线之上, 但优势度起点不高, 说明群落已受到轻度干扰; 其他 3 个季节的生物量曲线和丰度曲线均有交叉、重叠、翻转的现象, 且秋季和冬季翻转和重叠现象更明显, 表明这 3 个季节群落受到了中度的干扰, 秋季和冬季状况更严重。

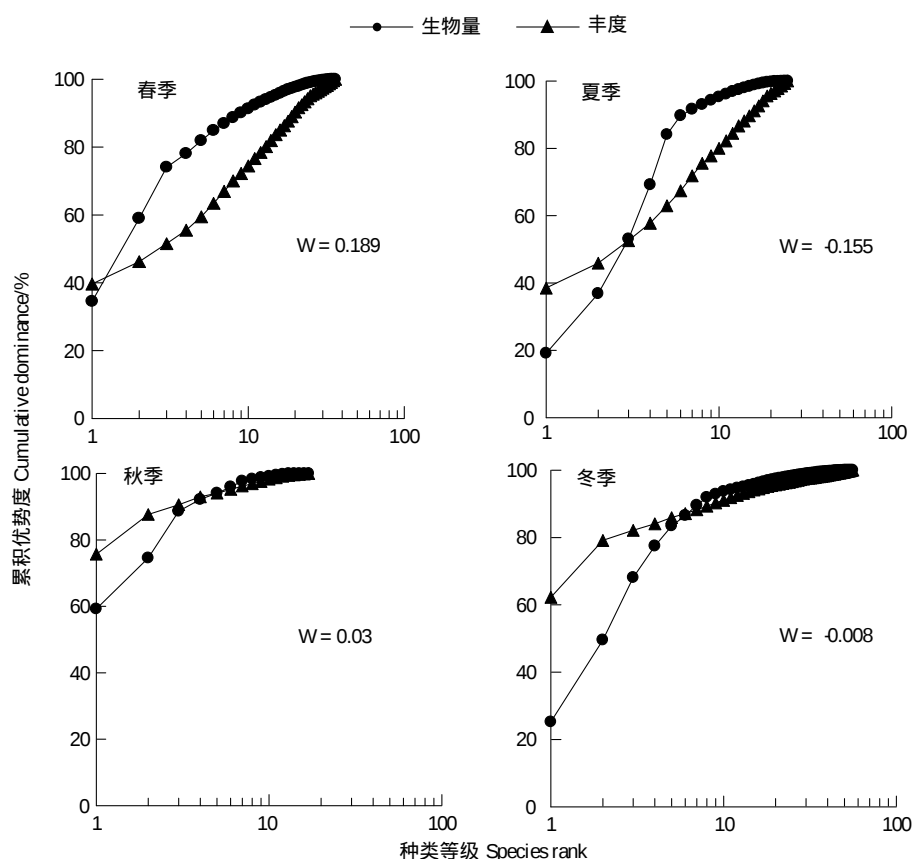


图5 大型底栖生物生物群落 ABC 曲线

Fig. 5 ABC plots of macrobenthic communities

3 结论与讨论

(1) 历史上钦州湾底栖动物种类繁多, 资源极为丰富, 根据 1983—1984 年钦州湾底栖动物调查^[4], 共鉴定出 250 余种, 其中甲壳类 76 种, 软体动物 60 种, 多毛类 35 种, 棘皮动物 12 种, 底栖鱼类 65 种。而 2008—2009 年鉴定出种类仅 94 种, 种类数大大降低。且各季定量采集样品多以软体类占优势, 种群结构也发生变化, 软体动物和多毛类种类数超过了甲壳类。另外 1983—1984 年钦州湾底栖动物优势种和主要种类为棒椎螺、毛蚶、花指栉孔扇贝、长额仿对虾、角额仿对虾、环纹蜉、细雕引胁海胆等^[4], 而在 2008—2009 年调查中仅出现棒椎螺一种为夏季主要种, 其他各种均没有出现。与历史调查结果相比, 底栖动物种类数降低, 优势种差异大, 原因之一可能与历史调查中有拖网调查同时进行有关, 多了部分活动能力较强、形体较大的种类, 但是种类数量变化较大, 仅为历史调查种类的 37%, 优势种共有种仅有 1 种, 说明了二十几年来由于生态环境变化引起的种类更替和群落趋于简单化是不容忽视的。钦州湾沿岸现有大、小商港、渔港 6 个, 自东至西分别是犀牛脚港、钦州港、沙井港、茅岭港、龙门港、企沙港等。而钦州港一带沿岸和海域, 其主导功能为港口建设和大型临海工业园区, 目前政府已加大力度全面启动该区域的主导功能。陆上厂场和港口码头建设、航道疏浚、海堤整治、跨海桥梁建造等工程, 强烈改变该海区的水文条件和沉积物状况, 必然导致海洋生物资源发生变化。

(2) 本次调查海区底栖动物平均总密度和平均总生物量分别为 439 个/ m^2 和 115.14 g/ m^2 , 其中湾颈与外湾年平均生物密度为 513.75 个/ m^2 和年平均生物量为 132 g/ m^2 , 与 20 世纪 80 年代同区域调查结果年平均生物密度为 310 个/ m^2 和年平均生物量为 619.56 g/ m^2 相比^[4], 平均栖息密度有所升高, 但是生物量却大大降低, 主要原因在于由于生物种类的更替, 优势种转变为形体较小的种类。

(3) 各站位底栖动物群落的丰富度指数 (D)、Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和均匀度指数 (J') 平均值

分别为 4.01、1.80 和 0.73,各指数平均数在秋季均呈现最低值,秋季种类数也是四季最低的,可能是因秋季大量采捕对大型底栖动物群落的扰动很大,导致物种多样性的下降;其他各季的丰富度指数和 Shannon-Wiener 指数平均值均大体都处于相当的水平,均匀度则有所差异,冬季也较低,夏季均匀度最高。均匀度指数达到 0.8 以上的数据占总数据的 56.25%,其中春季在 S7 站、夏季在 S11、S25 站的均匀度达到 1,但 S7 站种类数仅为 2。所以底栖生物均匀度的大小与种类数、个体数的多少是无关的。多样性指数的结果基本与丰度生物量优势度曲线相对应,秋冬底栖动物群落平衡状态要差于春夏季。

(4) 相关分析结果发现,夏季各多样性指数与水深和 pH 值相关性较好,均呈显著负相关,此海域沉积物 pH 值为 7.68—8.05,呈弱碱性,至少说明了在这个范围内钦州湾底栖生物多样性与沉积物 pH 值是负相关的。另外秋季底栖动物密度和冬季生物量都与硫化物呈显著正相关,冬季生物量与有机质含量呈显著正相关关系,有研究表明沉积物中硫化物含量与有机质的分解密切相关^[11-12],调查区沉积物硫化物含量为 0—204($\times 10^{-6}$),不超过海洋沉积物一类标准;与其他海区相比,台湾海峡西部海域有机质含量为 0.06—1.32,福建海岸带为 0.06—2.19,厦门港为 0—3.05^[13],本海区有机质含量为 0.03%—2.30%,属中等水平。说明可能在一个临界范围内,沉积物中有机质和硫化物含量越高,对底栖动物生长越有利。

References:

- [1] He B Y, Deng C L, Luo Y. Effect of environmental fluctuation on macrobenthos community in the intertidal flats of Qinzhou Harbor. *Guangxi Sciences*, 2004, 11(2): 143-147.
- [2] Zhuang J L, He B J, Xu M B. Ecological features of the intertidal benthos in the Qinzhou Maowei gulf of Guangxi. *Guangxi Sciences*, 2009, 16(1): 96-100.
- [3] Shen G Y, Shi B Z. *Marine ecology*(The second edition). Beijing: Science Press, 2002.
- [4] The compiling committee of chinese bay record. *Chinese bay record: Section XII(Guangxi bay)*. Beijing: China Ocean Press, 1993.
- [5] He M H, Cai E X, Wu Q Q, Jiang J X, Lin S D, Xu H Z, Liu Q S, Zheng F W, Li R G. Studies on the ecology of benthos in the Jiulong Jiang Estuary. *Acta Ecologica Sinica*, 1988, 8(2): 133-139.
- [6] Yuan W, Zhang Z N, Yu Z S. Macrofaunal diversity in the western Jiaozhou Bay. *Biodiversity Science*, 2007, 15(1): 53-60.
- [7] Huang H H, Lin Y T, Li C H, Lin Q, Cai W G, Gao D Y, Jia X P. Ecology study on the benthic animals of Pearl River Estuary. *Ecologica Sinica*, 2002, 22(4): 603-607.
- [8] Han J, Zhang Z N, Yu Z S. Macrobenthic species diversity in southern and central Bohai Sea. *Biodiversity Science*, 2003, 11(1): 20-27.
- [9] Li G Z, Liang W, Liu J H. Features of underwater dynamic geomorphology of the Qinzhou Bay. *Geography and Territorial Research*, 2001, 17(4): 70-75.
- [10] Du F Y, Zhang H H, Li C H, Wang X H, Jia X P. Species composition and diversity of macrobenthic fauna in Daya Bay. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2008, 15(2): 252-259.
- [11] Peng B. Study on the pediment sulfide in pond with shrimp and phellfish. *Modern AGR-Technology*, 2008, (9): 172-174.
- [12] Yang M L, Lu C H. Sulphuret in surface sediments from Shenzhen Bay. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 1993, 1: 42-46.
- [13] Guo Y T, He H Z. On the pxdation-reduction environment of surface sediment in west area of Taiwan Strait. *Oceanologia Et Limnologia Sinica*, 1992, 23(4): 396-406.

参考文献:

- [1] 何斌源,邓朝亮,罗砚. 环境扰动对钦州港潮间带大型底栖动物群落的影响. *广西科学*, 2004, 11(2): 143-147.
- [2] 庄军莲,何碧娟,许铭本. 广西钦州茅尾海潮间带生物生态特征. *广西科学*, 2009, 16(1): 96-100.
- [3] 沈国英,施并章. *海洋生态学*(第二版). 北京:科学出版社,2002.
- [4] 中国海湾志编纂委员会. *中国海湾志:第十二分册(广西海湾)*. 北京:海洋出版社,1993.
- [5] 何明海,蔡尔西,吴启泉,江锦祥,林双淡,徐惠州,刘泉顺,郑凤武,李荣冠. 九龙江口底栖生物生态研究. *生态学报*, 1988, 8(2): 133-139.
- [6] 袁伟,张志南,于子山. 胶州湾西部海域大型底栖动物多样性的研究. *生物多样性*, 2007, 15(1): 53-60.
- [7] 黄洪辉,林燕棠,李纯厚,林钦,蔡文贵,高东阳,贾晓平. 珠江口底栖动物生态学研究. *生态学报*, 2002, 22(4): 603-607.
- [8] 韩洁,张志南,于子山. 渤海中、南部大型底栖动物物种多样性的研究. *生物多样性*, 2003, 11(1): 20-27.
- [9] 黎广钊,梁文,刘敬合. 钦州湾水下动力地貌特征. *地理学与国土研究*, 2001, 17(4): 70-75.
- [10] 杜飞雁,张汉华,李纯厚,王雪辉,贾晓平. 大亚湾大型底栖动物种类组成及物种多样性. *中国水产科学*, 2008, 15(2): 252-259.
- [11] 彭斌. 虾贝混养池塘养殖环境中底质硫化物的研究. *现代农业科技*, 2008, (9): 172-174.
- [12] 杨美兰,陆超华. 深圳湾底质中的硫化物. *海洋湖沼通报*, 1993, 1: 42-46.
- [13] 郭育廷,何惠真. 台湾海峡西部海域表层沉积物氧化-还原环境探讨. *海洋与湖沼*, 1992, 23(4): 396-406.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31, No. 16 August, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

A comparative study on the diversity of rhizospheric bacteria community structure in constructed wetland and natural wetland with reed domination	WANG Zhongqiong, WANG Weidong, ZHU Guibing, et al (4489)
Light response of photosynthesis and its simulation in leaves of <i>Prunus sibirica</i> L. under different soil water conditions	LANG Ying, ZHANG Guangcan, ZHANG Zhengkun, et al (4499)
Effects of colour shading on the yield and main biochemical components of summer-autumn tea and spring tea in a hilly tea field	QIN Zhimin, FU Xiaoqing, XIAO Runlin, et al (4509)
Effects of cadmium on the contents of phytohormones, photosynthetic performance and fluorescent characteristics in tobacco leaves	WU Kun, WU Zhonghong, TAI Fujun, et al (4517)
Comparative physiological responses of cadmium stress on <i>Enteromorpha clathrata</i> and <i>Enteromorpha linza</i>	JIANG Heping, ZHENG Qingsong, ZHU Ming, et al (4525)
Effects of salt stress on glucosinolate contents in <i>Arabidopsis thaliana</i> and <i>Thellungiella halophila</i> rosette leaves	PANG Qiuying, CHEN Sixue, YU Tao, et al (4534)
Effects of long-term double-rice and green manure rotation on rice yield and soil organic matter in paddy field	GAO Jusheng, CAO Weidong, LI Dongchu, et al (4542)
Nitrogen balance in the farmland system based on water balance in Hetao irrigation district, Inner Mongolia	DU Jun, YANG Peiling, LI Yunkai, et al (4549)
Seed characteristics and seedling growth of <i>Spartina alterniflora</i> on coastal wetland of North Jiangsu	XU Weiwei, WANG Guoxiang, LIU Jin'e, et al (4560)
Assessment of non-point source pollution export from Zigui county in the Three Gorges Reservoir area using the AnnAGNPS model	TIAN Yaowu, HUANG Zhilin, XIAO Wenfa (4568)
Effects of Cadmium pollution on oxidative stress and metallothionein content in <i>Pirata subpiraticus</i> (Araneae: Lycosidae) in different habitats	ZHANG Zhengtian, PANG Zhenling, XIA Min, et al (4579)
The distribution of size-fractionated chlorophyll a in the Indian Ocean South Equatorial Current	ZHOU Yadong, WANG Chunsheng, WANG Xiaogu, et al (4586)
Change of waterbird community structure after the intertidal mudflat reclamation in the Yangtze River Mouth: a case study of NanHui Dongtan area	ZHANG Bin, YUAN Xiao, PEI Enle, et al (4599)
Application of fish assemblage integrity index (FAII) in the environment quality assessment of surf zone of Yangtze River estuary	MAO Chengze, ZHONG Junsheng, JIANG Rijin, et al (4609)
Population age structure of Antarctic krill <i>Euphausia superba</i> off the northern Antarctic Peninsula based on fishery survey	ZHU Guoping, WU Qiang, FENG Chunlei, et al (4620)
Validation and adaptability evaluation of rice growth model ORYZA2000 in double cropping rice area of Hunan Province	MO Zhihong, FENG Liping, ZOU Haiping, et al (4628)
Coupled energy and carbon balance analysis under dryland tillage systems	WANG Xiaobin, WANG Yan, DAI Kuai, et al (4638)
The nitrate-nitrogen leaching amount in paddy winter-spring fallow period	WANG Yongsheng, YANG Shiqi (4653)
The sources of organic carbon and nitrogen in sediment of Taihu Lake	NI Zhaoxui, LI Yuejin, WANG Shengrui, et al (4661)
Effect of partial solar eclipse on airborne culturable bacterial community in Urumqi	MA Jing, SUN Jian, ZHANG Tao, et al (4671)
Comparative study on density related intra- and inter-specific effects in <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen) and <i>Nilaparvata lugens</i> (Stål)	LÜ Jin, CAO Tingting, WANG Liping, et al (4680)
Behavior rhythm and seasonal variation of time budget of sun bear (<i>Helarctos malayanus</i>) in captivity	LAN Cunzi, LIU Zhensheng, WANG Aishan, et al (4689)
Disturbance regimes and gaps characteristics of the desert riparian forest at the middle reaches of Tarim River	HAN Lu, WANG Haizhen, CHEN Jiali, et al (4699)
Death causes and conservation strategies of the annual regenerated seedlings of rare plant, <i>Bretschneidera sinensis</i>	QIAO Qi, QIN Xinsong, XING Fuwu, et al (4709)
Effects of municipal compost extracted complex microbial communities on physio-ecological characteristics of turfgrass under drought stress	DUO Lian, WANG Jingjing, ZHAO Shulan (4717)
Spatiotemporal relationship of leaf area index simulated by CLM3.0-DGVM and climatic factors	SHAO Pu, ZENG Xiaodong (4725)
Analysis of circular economy of Liaoning Province based on eco-efficiency	HAN Ruiling, TONG Lianjun, SONG Yanan (4732)
Review and Monograph	
The fungal to bacterial ratio in soil food webs, and its measurement	CAO Zhiping, LI Depeng, HAN Xuemei (4741)
Indicators for evaluating sustainable communities: a review	ZHOU Chuanbin, DAI Xin, WANG Rusong, et al (4749)
Discussion	
Differential expression of <i>PAL</i> multigene family in allelopathic rice and its counterpart exposed to stressful conditions	FANG Changxun, WANG Qingshui, YU Yan, et al (4760)
Scientific Note	
Ecology study on the benthic animals of QinZhou Bay	WANG Di, CHEN Pimao, MA Yuan (4768)
Change characteristics of soil carbon and nitrogen contents in the Yellow River Delta soil after artificial restoration	DONG Kaikai, WANG Hui, YANG Liyuan, et al (4778)
Estimation and spatial pattern analysis of forest biomass in Fenglin Nature Reserve based on Geostatistics	LIU Xiaomei, BU Rencang, DENG Huawei, et al (4783)
Study on sap flow in forest of <i>Quercus liaotungensis</i> and <i>Populus davidiana</i> by using the TDP method	SUI Xuhong, ZHANG Jianjun, WEN Wanrong (4791)
N ₂ O Emission and its driving factors from typical marsh and shrub swamp in Xiaoxing'an Mountains, Northeast China	SHI Lanying, MU Changcheng, TIAN Xinmin, et al (4799)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 16 期 (2011 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 16 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元